

# La recherche sur le cocotier : progrès réalisés et perspectives (1)

M de NUCÉ de LAMOTHE (2)

**Résumé.** — La recherche cocotier a commencé au début du siècle, mais ce n'est qu'au cours des 20 ou 30 dernières années qu'elle a connu un réel développement. Les résultats les plus marquants de cette période sont liés :

— à l'application au cocotier de la technique du diagnostic foliaire qui a permis de connaître les besoins de la plante et d'optimiser les fumures,

— à l'obtention des premiers hybrides Nain × Grand et la mise au point des techniques de production de semences qui ont conduit à la vulgarisation d'un matériel végétal plus précoce et beaucoup plus productif.

— à la mise en évidence du rôle des insectes dans la vécution de nombreux pathogènes responsables de maladies, ce qui a accru les possibilités de lutte et facilité la recherche de variétés résistantes.

Les programmes actuels font une place importante à l'adaptation au milieu agronomique, économique et social. En amélioration génétique, les efforts portent sur l'exploitation de la variabilité existant au sein de l'espèce pour obtenir des hybrides plus performants dans les environnements traditionnels. La mise au point de la technique de multiplication végétative par culture *in vitro* permettra de tirer le meilleur parti de cette variabilité. En agronomie, les programmes concernent essentiellement le rationnement des engrais, la régénération des sols appauvris et la tolérance à la sécheresse. La pratique des cultures intercalaires annuelles ou pérennes fait l'objet de nombreuses recherches, car elle pourrait représenter pour le paysan un moyen d'accroître son revenu et d'atténuer les effets des fluctuations de cours des produits. Contre les ravageurs et maladies du cocotier, on s'efforce de plus en plus de trouver des solutions adaptées aux petits planteurs, c'est-à-dire qui utilisent les méthodes de lutte biologique ou qui exploitent la résistance génétique. Le traitement de la noix de coco et sa transformation font, depuis 20 ans, l'objet de nombreuses recherches. La mécanisation du débouillage reste un objectif important pour beaucoup de pays, mais c'est surtout la recherche de produits nouveaux, destinés à l'alimentation humaine, qui se développe. Les résultats de la recherche ont montré que le cocotier pouvait être autre chose que l'arbre de l'homme paresseux. Il s'est révélé capable de donner des rendements élevés, de mettre en valeur des zones relativement sèches et des sols pauvres, de très bien s'associer à certaines autres cultures. Des efforts restent à faire pour améliorer les rendements et diminuer les coûts, mettre au point de meilleures techniques de traitement de la noix et trouver de nouveaux produits. Il paraît indispensable que ces efforts soient coordonnés et que certaines recherches soient effectuées au niveau régional ou international.

## INTRODUCTION

La recherche sur le cocotier est longue et difficile pour des raisons qui tiennent essentiellement à la biologie de la plante : longueur de l'intervalle entre générations et de la période minimum d'observation des caractéristiques, absence de mode de reproduction asexuée et faible taux de multiplication, encombrement de la plante et faible densité de plantation imposant l'utilisation de grandes surfaces expérimentales.

A ces difficultés inhérentes à la plante s'ajoute l'impossibilité dans laquelle se trouvent la quasi totalité des planteurs de cocotiers, du fait de la taille très réduite de leur plantation, de participer financièrement à l'effort de recherche. Cet effort, généralement laissé à la charge des Etats, a subi les effets de toutes les crises financières d'où une discontinuité des travaux particulièrement préjudiciable, s'agissant de plantes pérennes.

Ce sont probablement là les principales causes de retard de la recherche cocotier, par rapport aux recherches sur palmier à huile ou hévée, par exemple.

L'Inde et Sri Lanka furent, au début du siècle, les premiers à s'intéresser à la recherche cocotier, mais ce n'est qu'au

cours des 20 ou 30 dernières années que celle-ci a connu, en dépit des difficultés évoquées ci-dessus, un réel développement et que de grands projets de plantations ont pu voir le jour.

L'objet du présent article n'est pas de faire une étude exhaustive des travaux et résultats dans le monde depuis 50 ans. Il a paru plus intéressant de citer quelques étapes importantes qui ont marqué un progrès significatif des connaissances et ont eu, ou devraient avoir, un réel impact sur le développement du cocotier. On s'attachera ensuite à donner les orientations actuelles des programmes et les perspectives d'avenir.

## I. — LES ÉTAPES IMPORTANTES DE LA RECHERCHE COCOTIER

Il n'existe pas, pour le cocotier, de Centre International de Recherche, du type de ceux créés par le CGIAR. Seul, l'Institut de Recherches pour les Huiles et Oléagineux (IRHO) a constitué, entre les stations et points d'essais qu'il gère ou auxquels il est associé à travers le monde, un réseau de fait, informel, à caractère international. La recherche cocotier est, le plus souvent, conduite dans les centres nationaux, traitant presque exclusivement de problèmes locaux et relativement isolés les uns des autres.

En dépit du manque de coordination, des résultats de portée générale peuvent être dégagés. Trois d'entre eux ont retenu l'attention car ils ont, chacun dans leur discipline et

(1) Cet article a fait l'objet d'une communication à la Conférence Internationale organisée du 21 au 25 novembre à Benin City (Nigeria) pour célébrer le 50<sup>e</sup> anniversaire du Nigeria Institute for oil palm Research (NIFOR)

(2) Directeur Adjoint de l'Institut de Recherches pour les Huiles et Oléagineux (IRHO), 11, square Pétrarque, 75116 Paris (France)

en leur temps, marqué une étape dans la recherche et le développement du cocotier ; ils concernent : l'utilisation de la technique du diagnostic foliaire, l'obtention et la diffusion des premiers hybrides, le rôle des insectes comme vecteurs des maladies.

### 1.1. — Le diagnostic foliaire.

L'analyse de sol ne se prête pas facilement à l'étude de la nutrition du cocotier en raison des problèmes d'échantillonnage liés à la microhétérogénéité, et en raison de l'incertitude des méthodes de dosage des fractions minérales dites assimilables. Il est préférable d'interroger la plante elle-même qui a l'avantage d'intégrer la microhétérogénéité du sol, surtout lorsqu'il s'agit d'un arbre dont le système racinaire occupe un volume important de terre (Ochs 1985). L'IRHO, reprenant les travaux de Chapman et Gray (1949), en les appliquant au cocotier, a défini des « niveaux critiques » pour chaque élément (Manciot, Ollagnier et Ochs 1979). Ces niveaux critiques ont été définis comme la teneur d'un élément au-dessous de laquelle une application de l'engrais approprié a toute chance de provoquer une amélioration économique du rendement. En fait, ce niveau varie avec les conditions économiques, l'âge des arbres, leur productivité, l'environnement et concentration des autres éléments. C'est pourquoi il est indispensable pour la gestion économique de la fertilisation d'associer à une **enquête de diagnostic foliaire** une **expérience d'engrais** située au sein même de la zone considérée, en position aussi représentative que possible de cette zone. On peut alors essayer d'aligner les teneurs des plantations ou blocs de plantation sur celles de la meilleure combinaison expérimentale.

Mais le rôle du diagnostic foliaire ne s'est pas limité à l'application des résultats de la recherche aux problèmes du développement. Il a contribué de façon très significative à l'accroissement des connaissances. On a la chance d'avoir, avec le cocotier, une plante dont les concentrations foliaires en éléments minéraux sont très sensibles aux variations de nutrition minérale (Tabl. I). Les teneurs foliaires reflètent particulièrement bien l'état général de la nutrition. On dispose ainsi d'un outil remarquable pour déterminer à quoi est dû l'effet d'un traitement, qu'il s'agisse d'ailleurs d'un engrais ou même d'une technique culturale (couverture de légumineuse, sol nu ou restitution des bourres, par exemple).

Grâce au diagnostic foliaire, et à son applicabilité au cocotier, d'étonnants progrès ont pu être réalisés. Le rôle des éléments majeurs et de leurs interactions mutuelles, et les effets sur les rendements, ont pu être mis en évidence et précisés. Nous citerons deux exemples :

TABLEAU I. — PB-CC1 — Essai de fertilisation sur cocotier Grand Ouest Africain en Côte-d'Ivoire (PB-CC1 — Fertilizer trial on West African Tall coconuts in Côte-d'Ivoire).

Traitement (Treatment)	Teneur en K % 1964-68 (k contents %)	Production Kg de coprah/arbre 1964-68 (Productions kg copra/ tree/yr)
K <sub>0</sub>	0,171	4,0
K <sub>1</sub>	0,380	7,0*
K <sub>2</sub>	0,630**	8,3**
K <sub>3</sub>	0,851**	9,7**

\*\* Hautement significatif.

— en Indonésie, deux expériences situées à plus de 10 km de la mer montraient un effet des applications de KCl sur le rendement, alors que les teneurs foliaires en K du témoin sans KCl étaient très élevées, supérieures à 1,4 % (niveau critique en Côte-d'Ivoire). Par contre, les teneurs en chlore du témoin étaient très faibles, inférieures à 0,1 % et se trouvaient portées à 0,3 ou 0,4 % par les apports de KCl. La corrélation coprah/arbre-teneur en chlore (à teneur en K constante) donnait  $r = 0,69^{***}$ , alors que la corrélation coprah/arbre-teneur en K (à teneur en Cl constante) donnait  $r = 0,001$ . L'effet du KCl ne pouvait être dû qu'à Cl, d'où la possibilité de faire appel, pour les projets de développement, à des formes d'engrais chloré, plus économiques (NaCl par exemple). Des études de physiologie ont depuis permis de démontrer le rôle des ions Cl<sup>-</sup> dans la régulation stomatique ; il n'en demeure pas moins que c'est le diagnostic foliaire qui a permis le premier de démontrer l'importance de cet élément pour le cocotier.

— en Côte-d'Ivoire, les plantations sont situées dans la zone littorale, donc sans problème de chlore, sur des sols sableux, très pauvres en cations échangeables et notamment en calcium et magnésium. Dans la première expérience réalisée sur cocotiers hybrides (PB-CC 16), le diagnostic foliaire a permis de mettre en évidence l'importance de ces deux éléments et de définir les doses d'engrais optima qui, dans les conditions économiques du lieu et du moment, permettaient d'obtenir une production de coprah par hectare de 4 t au lieu de 1,2 t dans le témoin sans engrais. Les niveaux critiques des teneurs foliaires en K et Mg, déterminées à partir de cette expérience, servent de base aux recommandations de fumure pour des hybrides plantés sur ces types de sol et de climat.

Le diagnostic foliaire a permis ainsi de mettre en évidence les besoins spécifiques des différents types de matériel végétal. Les niveaux critiques varient avec le matériel planté et sa productivité.

### 1.2. — L'obtention et la diffusion des premiers hybrides

En 1932, les chercheurs indiens effectuaient le premier croisement hybride entre cocotiers Grands et Nains, mais leur recherche restait sans suite faute d'avoir réalisé l'intérêt de ce type de matériel et son impact potentiel sur le développement. Il leur manquait, de toute façon, la technique de production massive de semences et l'ensemble de pratiques agronomiques permettant de tirer le meilleur parti de ce type de matériel.

C'est au début des années 60 que la recherche sur les hybrides a pris un réel essor. Quatre organismes : le Coconut Research Institute (CRI) de Sri Lanka, le Coconut Industry Board (CIB) de la Jamaïque, le Joint Coconut Research Scheme (JCRS) des Salomons, et l'Institut de Recherches pour les Huiles et Oléagineux (IRHO) sur ses stations d'Afrique et du Pacifique, ont joué un rôle important. Mais c'est l'IRHO qui, avec ses partenaires, a fait le plus grand effort en ce domaine et a assuré la continuité des recherches lorsque les autres ont, pour des raisons diverses, réduit ou cessé leurs activités. Les stations M. Delorme de Côte-d'Ivoire et Saraoutou de Vanuatu, qui constituent les bases du dispositif expérimental de l'IRHO, ont testé ou testent encore 110 types d'hybrides intervariétés dans 30 essais comparatifs.

Les premiers hybrides testés ont été du type Nain × Grand ; on cherchait à tirer parti de la bonne homogénéité et de la grande précocité des Nains et de la robustesse et du coprah/noix plus élevé des Grands. Cela a

TABLEAU II. — **Précocité des hybrides — Production en tonnes coprah/ha**  
(*Hybrid precocity — Production in tonnes of copra/ha*)

1) Hybrides Nain × Grand (*Dwarf × Tall hybrids*)

Age (ans) (Age)	Côte-d'Ivoire						Indonésic ( <i>Indonesia</i> )						Thaïlande		Vanuatu	
	PB-GC 5			PB-GC 11			B BG-01		B BP 01			Sawi (3)		VT-GC 7		
	GOA ( <i>WAT</i> )	PB 121	PB 132	GOA ( <i>WAT</i> )	PB 111	PB 123	GOA ( <i>WAT</i> )	PB 121	Gd Balt ( <i>Bali T</i> )	PB 111	PB 121	GTH ( <i>THT</i> )	PB 121	NRM ( <i>MRD</i> )	PB 111	
3-4														0,08	0,04	
4-5				0,01	2,88	2,23	0,03	1,88			1,46	0,75	0,01	0,30	1,55	2,35
5-6		2,53	2,35	0,88	4,62	4,30	0,03	3,51			3,35	3,10	0,08	1,13	1,47	2,79
6-7	0,42	2,38	2,22	2,01	4,32	3,81	0,52 (2)	1,26 (2)			2,90	3,10	0,31	1,65	2,62	5,14
7-8	1,88	3,88	3,94	1,47 (1)	2,39 (1)	3,17	0,75 (2)	1,44 (2)	0,05		3,44	3,32	0,99	2,55		
8-9	1,77	4,12	3,94	1,24 (1)	2,49 (1)	3,58	0,79	3,59	0,39		2,54	2,76	0,39	0,79		
	4,07	12,91	12,45	5,61	16,70	17,09	2,12	11,68	0,44		13,69	13,03	1,78	6,42	5,72	10,32
%	100	317	306	100	298	305	100	551	100	3 111	2 961	100	360	100	180	

2) Hybrides Grand × Grand (*Tall × Tall Hybrids*)

Age (ans) (Age)	Côte-d'Ivoire				Thaïlande		GVT = Grand Vanuatu ( <i>VTT = Vanatu Tall</i> ) GTH = Grand Thaïlande ( <i>THT = Thailand Tall</i> ) GOA = Grand Ouest African ( <i>GOA = West African Tall</i> )  PB 121 Nain Jaune malais × GOA ( <i>Malayan Yellow Dwarf × WAT</i> ) PB 132 Nain Rouge malais × Grand Polynésie ( <i>Malayan Red Dwarf × Polynesia Tall</i> ) PB 111 Nain Rouge Cameroun × GOA ( <i>Cameroon Red Dwarf × WAT</i> ) PB 123 Nain Jaune Malais × Grand Rennell ( <i>Malayan Yellow Dwarf × Rennel Tall</i> )  (1) Fortes attaques de <i>Pseudotheraptus W.</i> ( <i>Severe Pseudotheraptus W. attack</i> ) (2) Forte sécheresse de 1982 et 1983 ( <i>Severe drought 1982-1983</i> ) (3) Résultats du HRI de Thaïlande ( <i>Results from HRI in Thailand</i> )
	PB/GC 3/2		PB-GC 8/1		Sawi (3)		
	GOA ( <i>WAT</i> )	GOA × GRL ( <i>WAT × RLT</i> )	GOA ( <i>WAT</i> )	GOA × GVT ( <i>WAT × VTT</i> )	GTH ( <i>THT</i> )	GTH × GOA ( <i>THT × WAT</i> )	
4-5	0,19	0,60			0,01	0,07	
5-6	1,44	4,05			0,08	0,42	
6-7	1,99	4,08	0,29	2,26	0,31	1,21	
7-8	2,19	4,16	1,03	3,33	0,99	1,96	
8-9			1,22	2,91	0,39	0,77	
9-10			1,43	3,45			
	5,81	12,89	3,97	11,95	1,78	4,43	
%	100	222	100	301	100	249	

conduit à des hybrides précoces dont certains se sont révélés avoir un potentiel de production double de celui des variétés traditionnelles de cocotiers Grands. La meilleure précocité se traduit par une avance de 12 à 24 mois dans l'entrée en production, et un délai plus court pour atteindre le palier de production. Le tableau II montre que les hybrides Nain × Grand produisent beaucoup plus tôt que les Grands, quels que soient l'origine du Grand et le site. Au Vanuatu, ils sont pratiquement aussi précoces que le Nain Rouge de Malaisie. Cette meilleure précocité constitue un avantage considérable pour la culture d'une plante pérenne dont la phase improductive est aussi longue que celle du cocotier :

— elle facilite, si elle ne la conditionne pas, l'obtention de prêt pour la création de plantations. Il est évident, en effet, que la rentabilité d'un projet différera beaucoup selon que

l'on prévoit des rendements de 7,5 tonnes de coprah/ha (cumulés à 6 ans pour les hybrides) ou 0,9 tonne pour les Grands du même âge,

— elle intéresse le petit planteur, au point qu'on a pu constater dans certaines provinces d'Indonésie, où les deux types de semences sont proposés, une désaffectation presque complète pour les semences de Grands (Communication du programme Smallholders Coconut Development Project d'Indonésie).

La supériorité des hybrides Nain × Grand ne se limite pas à la précocité. Tous n'ont évidemment pas la même productivité, mais les meilleurs d'entre eux produisent beaucoup plus que les variétés traditionnelles. Le tableau III donne les productions en Côte-d'Ivoire et dans quelques autres centres, d'hybrides créés sur la station M. Delorme. Ils produisent, à un âge voisin de ce qui peut être considéré

TABLEAU III. — Productivité des hybrides en tonnes de coprah/ha/an (*Hybrid productivity in tonnes of copra/ha/yr*)1) Hybrides Nain × Grand (*Dwarf × Tall hybrids*)

	Côte-d'Ivoire				Thaïlande		Malaisie ( <i>Malaysia</i> )		Vanualu	
	PB-GC 5		PB-GC 11		Sawi		HRU III		VT-GC 3	
	9-15 (6 ans) (years)	%	9-14 (5 ans) (years)	%	8-12 (4 ans) (years)	%	9-13 (4 ans) (years)	%	7-10 (3 ans) (years)	%
GOA ( <i>WAT</i> )	1,81	100	1,99	100	1,19	100	2,55	100	1,80	100
GML ( <i>MLT</i> )										
GTH ( <i>THT</i> )										
NJM ( <i>MYD</i> )										
PB 111			4,24**	213						
PB 121	3,70**	204			2,00**	168	3,74**	147		
PB 132	3,81**	210								
NJM × GRL ( <i>MYD × RLT</i> )			4,50**	226					4,76	264

2) Hybrides Grand × Grand (*Tall × Tall hybrids*)

	Côte-d'Ivoire				Thaïlande		GOA = Grand Ouest Africain ( <i>WAT</i> = <i>West African Tall</i> ) GML = Grand Malais ( <i>MLT</i> = <i>Malayan Tall</i> ) GTH = Grand Thaïlande ( <i>THT</i> = <i>Thailand Tall</i> ) GRL = Grand Rennell ( <i>RLT</i> = <i>Rennell Tall</i> ) NJM = Nain Jaune Malais ( <i>MYD</i> = <i>Malayan Yellow Dwarf</i> )
	PB-GC 3/2		PB-GC 8/1		Sawi		
	9-13 (4 ans) (years)	%	9-14 (5 ans) (years)	%	8-12 (4 ans) (years)	%	
GOA ( <i>WAT</i> )	2,48	100	1,46	100	1,19	100	PB 111 = Nam Rouge Cameroun × GOA ( <i>PB 111</i> = <i>Cameroon Red Dwarf</i> × <i>WAT</i> )
GTH ( <i>THT</i> )							PB 121 = Nam Jaune Malais × GOA ( <i>PB 121</i> = <i>Malayan Yellow Dwarf</i> × <i>WAT</i> )
GOA × GRL ( <i>WAT</i> × <i>RLT</i> )	4,64**	187					PB 132 = Nam Rouge Malais × Grand Polynésie ( <i>PB 132</i> = <i>Malayan Red Dwarf</i> × <i>Polynesia Tall</i> )
GOA × GVT ( <i>WAT</i> × <i>VTT</i> )			3,29**	225			
GTH × GOA ( <i>THT</i> × <i>WAT</i> )					1,91**	161	

3) Hybrides Nain × Nain (*Dwarf × Dwarf hybrids*)

	Côte-d'Ivoire		PB G4
	2-15 ans	%	
NJM	2,86	100	
NJM × NVB	3,77	132	

comme l'âge adulte, selon les sites, de 147 à 226 % des cocotiers grands locaux. Les premiers hybrides plantés il y a 25 ans en Côte-d'Ivoire (435 arbres) ont eu une production réduite ces dernières années en raison d'un abaissement important de la nappe phréatique, ils ont, malgré ce, donné en moyenne entre 20 et 25 ans, 3, 4 tonnes/ha/an contre 1,6 t/ha/an pour des GOA dans des conditions analogues. Dans de bonnes conditions, leur production dépasse 5 t de coprah/an.

Il ne suffisait pas cependant d'avoir créé quelques types d'hybrides dont le potentiel de production était le double de celui des variétés utilisées jusqu'alors, fallait-il encore être en mesure de fournir aux planteurs les millions de semences

dont ils avaient besoin et de les conseiller dans le choix des techniques agronomiques permettant de tirer le meilleur parti de ce type de matériel végétal.

## — Champ semencier.

La fécondation artificielle est une technique indispensable pour la recherche; elle est trop chère et a un rendement trop faible pour servir de production de semences à grande échelle. Ce fut le CRI de Sri Lanka qui planta le premier champ semencier: les arbres mères régulièrement émasculés étaient interplantés, avec les géniteurs choisis comme mâles, en un lieu isolé de tout autre cocotier. L'IRHO a ensuite développé puis perfectionné la technique en utilisant la



« pollinisation assistée » (Wuidart, Rognon, 1981). Arbres-mères et géniteurs mâles sont plantés séparément. Le pollen des meilleurs géniteurs est pulvérisé sur les inflorescences des arbres-mères. Il devenait alors possible de produire autant de semences hybrides que l'exigeaient les programmes de plantation ; il suffisait de disposer des surfaces correspondantes (1 ha pour 15 000 semences). **Des dizaines de millions de semences hybrides** (surtout du PB 121, hybride créé en Côte-d'Ivoire) ont ainsi été produites par pollinisation assistée en Afrique, au Brésil, en Indonésie, en Malaisie, en Thaïlande, en Polynésie française, etc. La qualité des semences est généralement excellente : pouvoir germinatif de 75 à 85 % et légitimité de 95 à 98 % dans de bonnes conditions d'exploitation.

Parallèlement aux travaux d'amélioration génétique, les centres de recherches ont développé des techniques d'élevage en pépinière (germoir distinct de la pépinière, utilisation de sacs plastique, sélection), de plantation (dispositif, densité), de fumure (détermination de nouveaux niveaux critiques), de défense contre les ravageurs et maladies. La recherche a ainsi mis à la disposition des services de vulgarisation et de planteurs, les semences et le « package » technologique leur permettant d'approcher le rendement potentiel dans les conditions locales de climat et de sol.

Il ne fait aucun doute que c'est la mise sur le marché des hybrides et de leurs techniques d'utilisation qui a été à l'origine de l'intérêt porté par les organismes de financement internationaux et les gouvernements aux projets de plantation de cocotiers, à travers le monde.

### I.3. — Le rôle des insectes dans la transmission des maladies.

Beaucoup de maladies du cocotier ont longtemps figuré dans la catégorie des maladies d'origine inconnue : lethal yellowing, cape St Paul wilt, maladie de Kaincopé, root wilt disease, cadang-cadang, dépérissement foliaire, hartrot. Divers agents pathogènes ont été identifiés qui pourraient être responsables de ces maladies : mycoplasme, viroïde, virus, trypanosome. Mais, dans bien des cas, on reste désarmé pour lutter de façon économique contre ces pathogènes. La recherche de caractères génétiques de résistance a été elle-même extrêmement lente car, dans bien des cas, on était dans l'impossibilité de transmettre le pathogène suspecté.

La mise en évidence du rôle des insectes comme vecteurs de nombreux pathogènes (ou présumés tels) des maladies du cocotier a été l'un des résultats les plus marquants de la recherche des 15 à 20 dernières années. Elle a permis, en effet d'accroître les moyens pratiques de lutte contre les maladies : lutte contre l'insecte, contre d'éventuels hôtes-intermédiaires, recherche de caractères de résistance génétique. A titre d'exemple, on citera deux maladies léthales pour lesquelles la découverte de l'insecte a joué un rôle important dans la recherche de moyens de lutte :

#### — le dépérissement foliaire dû à *Myndus taffini* (DFMT)

Le DFMT est une maladie léthale du cocotier qui, au Vanuatu, affecte toutes les variétés introduites mais épargne le cocotier local. On ne connaît pas de moyens de lutte contre le pathogène qu'on suppose être un virus simple brin. Un pas décisif dans la lutte a été franchi lorsqu'on a pu mettre en évidence le rôle de *Myndus taffini* comme vecteur de la maladie et qu'on a découvert un hôte intermédiaire, obligatoire semble-t-il. On a, dès lors, pu lutter sur deux fronts : celui de l'éradication de l'hôte intermédiaire dans certaines

zones de plantation et celui de l'utilisation d'insectes pour rechercher des variétés ou hybrides résistants (tests en cage et utilisation de sites naturellement très infectés pour vérification du comportement au champ). Les tests en cage ont d'ores et déjà démontré l'existence d'un phénomène de vaccination qui pourrait contribuer à la solution du problème.

#### — Le hartrot

La maladie du hartrot est une maladie d'Amérique latine due à des trypanosomes. Diverses punaises vectrices ont été identifiées telles que divers *Lincus* et un *Ochlerus*. Grâce à la découverte de ces vecteurs, on a pu réduire considérablement l'impact de la maladie sur plantations, en éliminant les sites favorables à la punaise (végétation des bords de ruisseaux et zones inondées) ou en l'empêchant de grimper aux arbres (insecticide au sol).

Pour nombre d'autres maladies on a démontré le rôle vecteur des insectes *Myndus crudus* dans le cas du jaunissement mortel, *Stephanitis* pour le Kerala wilt, *Recilia* et *Sogatella* pour le blast et la pourriture sèche ; des recherches sont conduites pour les autres maladies à mycoplasmes et pour le cadang-cadang.

La recherche d'insectes vecteurs est devenue un élément important dans les travaux sur beaucoup de maladies. Elle a indubitablement ouvert de nouvelles voies à la lutte contre les maladies du cocotier.

## II. — LES TRAVAUX EN COURS ET LES PERSPECTIVES

La période 1960-1990 qui s'achève a été marquée, nous venons de le voir, par des progrès significatifs de la recherche cocotier ; il reste cependant beaucoup à faire pour redonner au cocotier une place de choix parmi les plantes oléagineuses. Les travaux actuels visent toujours l'accroissement du potentiel de production mais mettent de plus en plus l'accent sur l'adaptation au milieu : milieu agronomique, milieu économique et milieu social.

### II.1. — L'amélioration génétique

Les résultats acquis sur la station M. Delorme donnent à penser qu'une faible partie de la variabilité existant au sein de l'espèce a été exploitée dans les programmes réalisés de par le monde ; c'est pourquoi de nouveaux programmes sont mis en route, qui accordent une grande importance à l'introduction d'une plus grande variabilité.

Parallèlement, les recherches sur l'amélioration des meilleurs hybrides se poursuivent en Côte-d'Ivoire (station M. Delorme) et au Vanuatu (station de Saraoutou). Les premiers résultats sont prometteurs ; ainsi le PB 121 dont le parent Grand Ouest Africain est relativement peu variable est amélioré de 14 % entre 4 et 10 ans si l'on retient les 13,4 % meilleurs géniteurs, tandis que l'hybride Nain jaune × Grand de Polynésie, dont le parent Grand est très variable, est amélioré de 22 % entre 4 et 11 ans. Quelques indications existent qui tendent à montrer que cette aptitude à la combinaison est une aptitude générale et que les meilleurs géniteurs Rennell, par exemple, resteraient les meilleurs quelle que soit la combinaison.

Cette voie de recherche n'en est encore qu'à ses débuts, mais les derniers résultats montrent son intérêt ; elle permettra d'atteindre et peut-être dépasser dans les meilleures conditions édaphoclimatiques un rendement de 6 tonnes de coprah/ha.



Cocotier hybride de la station M. Delorme —  
(An hybrid coconut on M. Delorme station).

Dans quelques années, la multiplication végétative par culture de tissus sera certainement au point. Il faudra disposer alors d'arbres génétiquement très supérieurs que l'on multipliera. Etant donné le prix de revient élevé des plantules *in vitro*, leur utilisation ne pourra être envisagée que si le gain de production est très important. C'est pourquoi l'IRHO a lancé un programme de recherche de têtes de clones. On sélectionne dans deux populations hybrides les meilleurs individus sur les caractères les plus héréditaires et on effectue des croisements 4 voies hybride  $\times$  hybride. On espère obtenir ainsi quelques individus remarquables qui auront combiné les caractères favorables des 4 populations de départ.

Le cocotier est un arbre dont l'aire de culture est très vaste. On le rencontre sous des climats et sur des sols extrêmement variés. Il est possible de faire usage de la variabilité existante pour rechercher des types de cocotiers mieux adaptés à des écologies particulières : régions relativement sèches ou froides, sols à pH très élevé des atolls, sols sulfatés acides de certains deltas, sols de tourbe, etc. Certaines recherches sont déjà en cours (Projet STD de la CEE) sur la sécheresse, études IRHO sur sols de tourbe en Indonésie et sur atoll dans le Pacifique, mais elles doivent s'intensifier.

## II.2. — L'agronomie

Pour mieux répondre aux besoins des petits planteurs qui possèdent la très grande majorité des cocoteraies, les programmes s'efforcent d'étudier la réduction des besoins en intrants. D'intéressantes recherches sont conduites en Côte-d'Ivoire sur le rationnement des fumures, les restitutions des

bourres et la restauration de la fertilité des sols sableux très appauvris, par utilisation de légumineuses arborescentes et de *Casuarina* fixateurs d'azote.

Le rôle de la nutrition dans la tolérance à la sécheresse donne lieu à des travaux sur le rôle des ions  $\text{Cl}^-$  et  $\text{K}^+$  et sur leur action dans les mouvements d'ouvertures stomatiques et la photosynthèse. Un programme de recherche en réseau sur la tolérance à la sécheresse sous tous ses aspects a débuté tout récemment avec pour partenaires : le Brésil, la Côte-d'Ivoire, le Bénin, le Portugal et la France.

Un des thèmes très étudiés à l'heure actuelle est celui des cultures associées au cocotier. L'Asie est, en raison de sa forte densité de population plus concernée par une exploitation optimum du milieu. D'importants programmes de recherche, auxquels est associé l'IRHO, ont été mis en place en Indonésie et aux Philippines. Les problèmes ne sont pas seulement agronomiques (marché, commercialisation, main-d'œuvre), mais beaucoup reste à faire en agronomie : dispositif de plantation des cocotiers, type de culture adopté en fonction de l'âge, fertilisation, évolution du sol (« sustainability » des systèmes de culture). Les résultats montrent que le cocotier est un arbre particulièrement bien adapté à la pratique de la culture en intercalaires : à faible densité (100 arbres/ha) sa production à l'hectare n'est pas sensiblement affectée, et il laisse passer suffisamment de lumière pour avoir des rendements intéressants de la culture intercalaire. Ainsi en Côte-d'Ivoire, sur hybrides Grand  $\times$  Grand (GOA  $\times$  GRL) on n'observe pas de différence significative de production à l'hectare, dans la gamme de densité 115 à 180 arbres par hectare ; or, à 115 arbres/ha, qui correspond à un dispositif à 10 m en triangle, il est tout à fait possible

d'avoir des cultures intercalaires à bon rendement. Les programmes en Asie, et en Côte-d'Ivoire (beaucoup plus petite échelle) portent notamment sur les cultures intercalaires de manioc, maïs, banane, ananas, arachide, cacao, café.

### II.3. — La défense des cultures

Le contrôle biologique est une des voies de recherche les plus explorées pour la lutte contre les ravageurs et maladies. Les solutions proposées ont souvent l'avantage d'être adaptées aux moyens des petits planteurs. La lutte contre l'oryctes au moyen du champignon (*Metarhizium*) ou de virus (*Baculovirus oryctes*) est déjà d'utilisation ancienne. De nombreux travaux sont en cours sur l'emploi de virus parasites des chenilles défoliatrices (*Limacodidae* entre autres), de champignons entomopathogènes ou parasites d'autres champignons (*Septofusidium* e., par exemple, parasite d'un grave champignon foliaire du Brésil, *Catacauma* t.).

La détermination des pathogènes et de leurs vecteurs éventuels est évidemment poursuivie pour les maladies les plus importantes dont le cadang-cadang, le root wilt, les divers types de jaunissement mortel, etc.

L'obtention de variétés résistantes ou tolérantes fait l'objet de nombreux travaux ; d'intéressants résultats ont déjà été obtenus à la Jamaïque et au Vanuatu par exemple, mais la diversification des sources génétiques de résistance paraît indispensable, comme le démontre la sensibilisation du nain de Malaisie à la maladie du jaunissement mortel à la Jamaïque. Les travaux conduits en Côte-d'Ivoire sur le *Phytophthora* et au Ghana sur le jaunissement mortel devraient conduire à l'obtention de variétés ou hybrides tolérants.

### II.4. — La transformation des produits

Le cocotier est connu pour être « l'arbre aux cent usages ». Il est certain qu'il joue un rôle important dans la vie du petit planteur d'Asie et du Pacifique qui l'utilise aussi bien pour construire et décorer sa maison que pour fabriquer des ustensiles ou servir de combustible. Son rôle, le plus important, est cependant de contribuer à satisfaire les besoins en corps gras de la famille, et d'assurer à celle-ci un revenu régulier.

Les techniques de déburrage des noix, d'extraction de l'albumen, de séchage ; ont très peu évolué depuis 100 ans : elles restent généralement artisanales, exigent une main-d'œuvre abondante et donnent dans certains cas des produits de médiocre qualité (coprah contaminé par aflatoxine par exemple).

Les recherches sur la transformation des produits de la noix de coco se sont intensifiées depuis quelques années. Le défibrage mécanique devrait devenir très prochainement opérationnel et se répandre progressivement. Deux voies paraissent se développer actuellement dans le traitement de la noix :

— celle visant à obtenir une huile de coco classique mais d'excellente qualité, ne nécessitant pas de raffinage et donnant un tourteau sans aflatoxine. Elle implique la transformation des conditions de séchage et l'extraction quasi immédiate de l'huile ;

— celle destinée à fournir une huile vierge et des produits pour l'alimentation humaine : coco râpé, lait, crème, flocons, etc.. Cette voie est évidemment la plus valorisante, mais elle

implique, pour se développer très largement, que de nouveaux marchés s'ouvrent dans les pays producteurs et dans les pays développés.

L'économie de la culture du cocotier en Afrique pourrait se trouver complètement changée dans les prochaines années si les recherches en cours aboutissaient et si les marchés potentiels se développaient.

## CONCLUSION

Longtemps considérée comme la culture du « lazy man », produisant peu mais ne nécessitant aucun soin, le cocotier s'est révélé, grâce aux résultats des recherches, capable :

— de donner des rendements élevés : 3 à 3,5 t d'huile de coco par hectare dans des écologies favorables ;

— de mettre en valeur des zones relativement sèches et des sols pauvres où il constitue la culture de base de systèmes d'exploitation durables ;

— de très bien s'associer à d'autres cultures annuelles ou pérennes.

Le cocotier est particulièrement bien adapté à la structure des exploitations villageoises : 96 % de la production mondiale de coprah est le fait de petits planteurs. Le cocotier constitue pour ceux-ci une culture de rente assurant un revenu régulier et potentiellement important et autorise des cultures intercalaires dans le jeune âge et des cultures associées à l'âge adulte. Il assure un emploi permanent et une bonne valorisation de la main-d'œuvre familiale et sa souplesse d'exploitation permet aisément d'en combiner la culture avec d'autres activités. Le cocotier pourrait par exemple contribuer à satisfaire les besoins en huile de l'Afrique qui est fortement déficitaire, et, si les promesses de la technologie post-récolte sont tenues et que les marchés potentiels se développent, devenir une source intéressante de revenu à l'exportation.

Pour mieux adapter la culture aux moyens des petits planteurs et pour rendre le cocotier plus compétitif dans le contexte économique du début du 21<sup>e</sup> siècle, il est indispensable de renforcer les recherches. Un tel renforcement n'est possible que si une coopération internationale et régionale s'établit. La création à l'initiative des pays de la CEE, d'un Bureau pour le développement de la recherche sur les oléagineux tropicaux pérennes (BUROTROP) doit y contribuer.

## BIBLIOGRAPHIE

- [1] OCHS R. (1985) — Stratégie de mise en œuvre du contrôle nutritionnel des plantes pérennes. Gestion de la nutrition minérale. Programmation des fumures. *Oléagineux*, **40** (12), 583-594.
- [2] CHAPMAN G W., GRAY H. M. (1949). — Leaf analysis and the nutrition of the oil palm. *Ann Bot*, **13** (52), 415-433.
- [3] MANCIOT R., OLLAGNIER M., OCHS R. (1979-1980). — Nutrition minérale et fertilisation du cocotier dans le monde. *Oléagineux*, **34** (11), 499-515 ; **34** (12), 563-580, **35** (1), 13-28.
- [4] WUIDART W., ROGNON F. (1981) — La production de semences de cocotier. *Oléagineux*, **36** (3), 131-138.

## SUMMARY

## Coconut research : progress made and prospects

M. de NUCÉ de LAMOTHE, *Oléagineux*, 1990, **45**, N° 3, p 119-129.

Coconut research began at the start of the century, but it is only during the past 20 to 30 years that it has really developed. The most noteworthy results obtained during this period concern :

- application of the leaf analysis technique to coconut, which has provided knowledge of the plant's needs and made it possible to optimize fertilization ;
- production of the first dwarf × tall hybrids and the development of seed production techniques which have led to the extension of more precocious and much higher-yielding planting material ;
- discovery of the role played by insects as vectors of numerous pathogens responsible for diseases, which has increased the possibilities of disease control and facilitated the search for resistant varieties

Current programmes are placing considerable stress on adaptation to the agronomic, economic and social environment. As regards genetic improvement, efforts are being concentrated on exploiting the variability which exists within the species in order to obtain hybrids which perform better in traditional environments. Development of the *in vitro* culture vegetative propagation technique will mean that this variability can be put to its best possible use. In the field of agronomy, programmes are essentially concentrated on fertilizer rationing, the regeneration of impoverished soils and drought tolerance. The practice of growing annual or perennial intercrops is being studied by many research programmes, since it could provide growers with a means of increasing their income and lessening the effects of product price fluctuations. In coconut pest and disease control, ever greater efforts are being devoted to finding solutions adapted to small-scale growers, i.e. solutions involving biological control methods or exploiting genetic resistance. Coconut processing has for 20 years been the subject of many research programmes. Mechanical dehusking remains a major aim for many countries, but it is the search for new products destined for human consumption which is developing the most. Research results have shown that the coconut could be something other than a lazy man's tree. It has proved capable of giving high yields, exploiting the full potential of relatively dry areas and poor soils and combining well with certain other crops. Efforts have still to be made to improve yields and reduce costs, to develop better nut processing techniques and discover new products. It seems essential for efforts to be coordinated and for certain research programmes to be carried out on a regional or international scale.

## RESUMEN

## La investigación sobre el cocotero : avances logrados y perspectivas.

M. de NUCÉ de LAMOTHE, *Oléagineux*, 1990, **45**, N° 3, p 119-129.

La investigación sobre el cocotero empezó a principios del siglo, pero sólo ha sido desarrollada realmente en los últimos 20 a 30 años. Los resultados más destacados de este período se relacionan con :

- la aplicación al cocotero de la técnica de diagnóstico foliar, que permitió conocer las necesidades de la planta y optimizar las fertilizaciones,
- la obtención de los primeros híbridos Enano × Grande y el desarrollo de las técnicas de producción de semillas que condujeron a difundir un material vegetal más precoz y mucho más productivo,
- la evidencia del papel de insectos como vectores de muchos patógenos responsables de enfermedades, lo cual incrementó las posibilidades de lucha y facilitó la búsqueda de variedades resistentes

Los programas actuales dan mucha importancia a la adaptación al medio agronómico, económico y social. En el aspecto de la mejora genética, se procura aprovechar la variabilidad existente dentro de la especie para obtener los híbridos de resultados más destacados en los entornos tradicionales. El desarrollo de la técnica de propagación vegetativa por cultivo *in vitro* permitirá sacar el mejor partido de esta variabilidad. En el campo agronómico, los programas se refieren principalmente al racionamiento de fertilizantes, a la regeneración de los suelos empobrecidos y a la tolerancia a la sequía. Sobre la práctica de los cultivos intercalados anuales o permanentes se han hecho muchas investigaciones, porque podrían significar para el campesino un medio de incrementar sus ingresos, atenuando los efectos de las fluctuaciones de las cotizaciones de productos. Contra las plagas y enfermedades del cocotero, se procura cada vez más encontrar soluciones adaptadas a los pequeños agricultores, o sea que recurren a métodos de control biológico y aprovechan la resistencia genética. Desde hace 20 años se están realizando muchas investigaciones sobre el tratamiento de la nuez de coco y su elaboración. La mecanización del desfibrado sigue siendo un objetivo importante para muchos países, pero lo que se está ampliando particularmente es la búsqueda de nuevos productos destinados a la alimentación humana. Los resultados de la investigación han mostrado que el cocotero podía ser otra cosa que el árbol del perezoso. Resultó capaz de proporcionar rendimientos altos, de aprovechar áreas relativamente secas y suelos pobres, asociándose perfectamente con algunos otros cultivos. Aún se necesita hacer esfuerzos para mejorar los rendimientos y disminuir los costos, desarrollando técnicas de procesamiento de la nuez más adecuadas y encontrando nuevos productos. Parece indispensable coordinar estos esfuerzos y llevar a cabo ciertas investigaciones a nivel regional o internacional.

## INDEX DES ANNONCEURS

BANQUE NATIONALE DE PARIS .....	couv. p. 3	OLIER .....	couv p 2
BLOHORN .....	couv. p. 4	SAMAT (Les Fils de) .....	134
CIBA GEIGY .....	II	WECKER (Usine de) .....	III



# Coconut research : progress made and prospects (1)

M. de NUCÉ de LAMOTHE (2)

## INTRODUCTION

Coconut research is a long and difficult business, essentially because of the plant's biology: the length of the interval between generations and the minimum period for observing characteristics, the lack of non-sexual reproduction and the low rate of multiplication, plant bulkiness and low planting density make it necessary to use large experimental areas.

These inherent difficulties are coupled with the impossibility for almost all coconut growers of playing a financial part in the research effort, due to the very limited size of their holdings. This effort, which has generally been left to the State, has suffered the effects of every financial crisis, hence the discontinuity in the work carried out, particularly damaging since perennial plants are involved.

These are probably the major reasons why coconut research has lagged behind, compared with oil palm or rubber research, for example.

At the turn of the century, India and Sri Lanka were the first to show an interest in coconut research, but it is only over the past 20 to 30 years that it has really come into its own, despite the aforementioned difficulties, and that major planting projects have been implemented.

This paper does not aim to give an exhaustive account of work carried out and results obtained worldwide over the past 50 years. It seems more relevant to quote a few important stages marking significant progress in knowledge of the crop which have had, or will have, a real impact on coconut development. A summary will then be given of programmes currently under way and of prospects for the future.

## I. — IMPORTANT LANDMARKS IN COCONUT RESEARCH

There is no International Research Centre for coconut along the lines of those set up by CGIAR. Only the Institut de Recherches pour les Huiles et Oléagineux (IRHO) has established a somewhat informal international network of all the stations and test points it manages or works with worldwide. Coconut research is, most often, conducted in national centres, dealing almost exclusively with local problems and relatively isolated from one another.

Despite the lack of coordination, results of general interest can usually be obtained. Three such results deserve a mention, since, in their own field and time, they each marked an important step forward for coconut research and development. They are: the use of the leaf analysis technique, the production and distribution of the first hybrids, and the role of insects as disease vectors.

### I.1. — Leaf analysis

Soil analysis is not suitable for studying coconut nutrition, due to sampling problems, linked with micro-heterogeneity, and to the inaccuracy of methods for the quantitative analysis of so-called assimilable mineral fractions. It is preferable to study the plant itself, which offers the advantage of taking soil micro-heterogeneity into account, particularly when the tree in question has a root system occupying a large volume of earth (Ochs, 1985). Following on from work by Chapman and Gray (1949) and applying their methods to coconut, IRHO defined « critical levels » for each element (Manciot, Ollagnier and Ochs, 1979). These critical levels were defined as the level of a particular element below which appropriate fertilizer applications would be likely to produce economic yield improvements. In fact, this level varies according to economic conditions, tree age, productivity, the environment and concentrations of other

elements. This is why it is essential, for economic fertilizer management, to link leaf analysis surveys with a fertilizer trial within the zone considered, at a location as representative as possible of the area in question. Attempts can then be made to bring contents in plantations or planting blocks into line with the best experimental combination.

However, the role of leaf analysis is not limited to applying research results to development problems. It has also made a significant contribution to increasing knowledge. It is fortunate that coconut is a plant whose leaf mineral element concentrations are highly sensitive to variations in mineral nutrition (Table I). Leaf contents give a particularly good picture of the overall nutrition situation. This provides a remarkable tool for determining what lies behind a treatment's effectiveness, be it a fertilizer or even a cropping technique (legume cover crops, bare soil or returning husks to the soil, for example).

As a result of leaf analysis and its suitability for coconut, remarkable progress has been made. It has been possible to identify the role played by the major elements and their mutual interactions. I should like to mention two examples:

— in Indonesia, two experiments over 10 km from the sea have shown the effect of KCl applications on yield, whilst leaf K contents for the control without KCl were very high, over 1.4 % (the critical level in Côte-d'Ivoire). However, chlorine contents for the control were very low, less than 0.1 %, and were increased to 0.3 or 0.4 % by KCl applications. The copra/tree-chlorine content correlation (with constant K content) produced  $r = 0.69^{***}$ , whilst the copra/tree-K content correlation (with constant Cl content) produced  $r = 0.001$ .

The effect of the KCl could only be due to Cl, hence the possibility of using more economical chlorine fertilizers (NaCl, for example) for development projects. Since then, physiological studies have demonstrated the role of  $Cl^-$  ions in stomatal regulation; this does not detract from the fact that leaf analysis was the first technique to reveal the element's importance for coconut.

— In Côte-d'Ivoire, the plantations are located on the coast — hence with no chlorine problems — on sandy soils lacking in exchangeable cations, particularly calcium and magnesium. In the first experiment, conducted on hybrid coconuts (PB-CC 16), leaf analysis revealed the importance of these two elements and enabled the definition of optimum fertilizer rates which, under the economic conditions at a given location and time, would make it possible to obtain copra yields per hectare of 4 t rather than 1.2 t for the control without fertilizer. The critical levels for leaf K and Mg contents, determined from the experiment, are used as a basis for fertilizer recommendations for hybrids planted under these soil and climatic conditions.

Leaf analysis has therefore helped to reveal the specific needs of the various types of planting material. The critical levels vary according to the material planted and its productivity.

### I.2. — Producing and distributing the first hybrids

In 1932, Indian researchers produced the first hybrid cross between Dwarf and Tall coconuts, but their research was not followed up, since they had not realized its potential impact on development. In any case, they lacked large-scale seed production techniques and general agronomic practices, which would enable the best possible use of this type of material.

It was at the start of the 1960s that hybrid research really took off. Four organizations — the Sri Lankan Coconut Research Institute (CRI), the Coconut Industry Board (CIB) in Jamaica, the Joint Coconut Research Scheme (JCRS) in the Solomon Islands and the Institut de Recherches pour les Huiles et Oléagineux (IRHO), on its stations in Africa and the Pacific — have all played an important role. But it is IRHO, along with its partners, that has made the greatest effort in this field and has ensured the continuity of research programmes when others, for various reasons, have scaled down or

(1) This article was given as a paper at the international conference held in Benin City (Nigeria), from 21st to 25th november, 1989, to mark the 50th Anniversary of the Nigerian Institute for Oil Palm Research (NIFOR).

(2) Assistant Director, Institut de Recherches pour les Huiles et Oléagineux (IRHO) — 11, square Pétrarque, 75116 Paris (France).

halted their activities. The M. Delorme station in Côte-d'Ivoire and the Saraoutou station in Vanuatu, which form the basis for IRHO's experimental network, have tested or are still testing 110 types of intervarietal hybrid in 30 comparative trials.

The first hybrids tested were Dwarf  $\times$  Tall type; the idea was to make the most of the Dwarfs' good homogeneity and precocity and the Tall's hardiness and higher copra/nut rate. **This produced precocious hybrids, some of which proved to have twice the production potential of traditional Tall coconut varieties.** Better precocity was shown by production beginning 12 to 24 months earlier, and the shorter time taken to reach peak production. Table II shows that Dwarf  $\times$  Tall hybrids produce much earlier than Talls, regardless of the origin of the Tall and the location. In Vanuatu, they are almost as precocious as the Malayan Red Dwarf. This improved precocity represents a considerable asset in cultivating a perennial plant with an unproductive phase as long as that of coconut:

- if not a prerequisite, it makes it easier to obtain funding for setting up plantations. It is clear, in fact, that project profitability varies greatly depending on whether yield forecasts are for 7.5 tonnes of copra/hectare (cumulated at 6 years for hybrids) or 0.9 tonnes for Talls the same age;

- it is of such interest for smallholders that in certain provinces in Indonesia where both types of seednut are proposed, Tall seednuts are seen to be almost totally rejected (Communication from the Smallholder Coconut Development Project in Indonesia).

The superiority of the Dwarf  $\times$  Tall hybrids is not restricted to precocity. Obviously, not all of them are equally precocious, but the best produce much more than traditional varieties. Table 3 gives production figures for Côte-d'Ivoire and some other centres for hybrids created at the M. Delorme station. At an age similar to what might be considered as adult, and depending on location, they produce from 147 to 226 % of local Tall coconut production. The first hybrids, planted 25 years ago in Côte-d'Ivoire (435 trees) have showed reduced production over the past few years, due to a significant drop in the water table. Despite this, they have produced 3.4 tonnes/ha/yr on average between 20 and 25 years, as against 1.6 t/ha/yr for WATs under similar conditions. Under good conditions, their production exceeds 5 tonnes of copra/yr.

However it was not enough to create a few types of hybrid with a production potential double that of varieties used previously. It was essential to be able to supply planters with the millions of seednuts they needed and advise them on agricultural techniques, to enable them to make best possible use of this type of planting material.

#### — Seed gardens

Hand pollination is an essential research technique, but it is too expensive and yields too little to be used for large scale seed production. CRI in Sri Lanka was the first to plant a seed garden: the mother-trees, regularly emasculated, were interplanted with parents chosen as males, at a location isolated from any other coconuts. IRHO developed and then perfected the technique, using « assisted pollination » (Wuidart, Rognon, 1981) in which mother trees and male parents are planted separately and pollen from the best parents is sprayed onto mother tree inflorescences. It was then possible to produce as many hybrid seednuts as planting programmes required, the only condition being land availability (1 ha for 15,000 seednuts). **Tens of millions of hybrid seednuts** (particularly PB 121, a hybrid created in Côte-d'Ivoire) have been produced by assisted pollination in Africa, Brazil, Indonesia, Malaysia, Thailand, French Polynesia, etc. Seednut quality is generally excellent: a germination capacity of 75 to 85 % and 95 to 98 % legitimacy.

Alongside their work on genetic improvements, the research centres developed techniques for use in the nursery (separating the seed bed from the nursery, using polybags, selection), in planting (design, density), fertilization (determining new critical levels) and pest and disease protection. Hence research supplied extension services and growers with seednuts and the technological package to enable them to come close to the maximum potential yield for local climatic and soil conditions.

There is no doubt that the commercialization of hybrids and of the techniques for their use was what led to the interest shown by international funding organizations and governments in coconut planting projects worldwide.

### 1.3. — The role of insects in disease transmission

Many coconut diseases have for a long time been classed as diseases of unknown origin: lethal yellowing, Cape St. Paul wilt, Kaincopé disease, root wilt disease, cadang-cadang, foliar decay, Hartrot, etc. Various pathogens have been identified that could be responsible for these diseases: mycoplasmas, viroids, viruses, trypanosomes.

But, in many cases, there is no economic control method against these pathogens. The search for genetic resistance characters has itself been extremely slow, since it has often proved impossible to transmit the suspected pathogen.

The discovery of the role of insects as vectors of many coconut disease pathogens (or suspected vectors) has been one of the most important research landmarks of the past 15 to 20 years. It has in fact enabled practical means of disease control to be stepped up: insect control, possible intermediary host control, the search for genetic resistance characters, etc. Two lethal diseases, for which the discovery of the vector insect has played an important role in the search for control methods, can be given as examples:

#### — Foliar decay due to *Myndus taffini* (FDMT)

FDMT is a lethal coconut disease which affects all of the varieties introduced into Vanuatu, but spares the local variety. There are no known control methods against the pathogen, which is assumed to be a single-strand virus. The discovery of *Myndus taffini*'s role as a disease vector and the detection of a seemingly inevitable intermediary host constituted an important step forward as regards control. From then on, it was possible to fight the disease on two fronts: eradicating the intermediary host in certain plantation areas and using insects to seek out resistant hybrid varieties (tests in cages and the use of naturally severely infested sites to check performance in the field). The cage tests have now shown that a vaccination phenomenon exists, which could contribute to solving the problem.

#### — Hartrot

Hartrot is a latin American disease caused by trypanosomes. Various vector bugs have been identified, such as several *Lineus* and an *Ochlerus*. Following the discovery of these vectors, it has been possible to considerably reduce the impact of the disease on plantations, by eliminating sites which favour the bug (vegetation by streams and flooded areas) or by preventing the bug climbing the trees (ground insecticide).

For many other diseases, the vector role of insects such as *Myndus crudus* for lethal yellowing, *Stephanitis* for Kerala wilt and *Rectia* and *Sogatella* for blast and dry rot has been demonstrated. Research is being carried out on the other mycoplasma diseases and cadang-cadang.

The search for vector insects has become an important aspect of work on many diseases. It has undoubtedly opened up new perspectives for coconut disease control.

## II. — WORK UNDER WAY AND PROSPECTS

As we have seen, the period 1960-1990, which is drawing to a close, has been marked by significant progress in coconut research. Nevertheless, there is still a long way to go before coconut can be sure of a prime position amongst other oil crops. Current work is still aiming towards increased production potential, but is placing greater emphasis on adaptation to the environment: the agricultural, economic and social environment.

### II.1. — Genetic improvement

Results obtained at the M. Delorme station suggest that only a small part of the variability within the species has been exploited by other programmes worldwide; this is why new programmes are being set up, with the emphasis on introducing greater variability.

Research is also being continued on improving the best hybrids in Côte-d'Ivoire (M. Delorme station) and Vanuatu (Saraoutou station). The first results are promising: PB 121, whose West African Tall parent has relatively little variability, is improved by 14 % between 4 and 10 years of age if the best 13.4 % of parents are adopted, whilst the Yellow Dwarf  $\times$  Polynesia Tall hybrid, whose Tall parent has high variability, is improved by 22 % between 4 and 11 years of age. There are indications that this combining ability is general, hence Rennell parents, for example, would remain the best regardless of the combination.

This line of research is still in its infancy, but the latest results have demonstrated its interest. Under the most favourable soil and climatic conditions, it should be possible to exceed yields of 6 tonnes of copra/ha.

In a few years' time, vegetative propagation by tissue culture will undoubtedly be perfected. Genetically highly superior trees will be needed for multiplication. Given the high cost of producing plantlets *in vitro*, their use should only be considered if this will very markedly improve production. This is why IRHO has launched an ortet research programme. The best individuals are chosen from two hybrid populations, on the basis of the most heritable characters,

and 4-way hybrid  $\times$  hybrid crosses are carried out. It is hoped that this will produce a few remarkable individuals which combine the most favourable characters of the original 4 populations.

Coconut is grown over vast areas and under widely varying soil and climatic conditions. It is possible to exploit existing variability to seek out coconut varieties better adapted to particular ecologies: relatively dry or cold areas, high pH soils on atolls, acid sulphate soils in certain river deltas, peat soils, etc. Certain research projects are already under way — EEC STD project on drought, IRHO's studies on peat soils in Indonesia and on atolls in the Pacific — but they should be stepped up.

## II.2. — Agronomy

In order to better meet the needs of smallholders, who own the vast majority of coconut groves, current programmes are making an effort to study the possibilities of reducing input requirements. Interesting research is under way in Côte-d'Ivoire into fertilizer rationing, returning husks to the soil and restoring the fertility of very impoverished sandy soils using bushy legumes and *Casuarina*, which fix nitrogen.

The role of nutrition in drought tolerance has given rise to work on  $Cl^-$  and  $K^+$  ions and their part in stomatal opening and photosynthesis. A network research programme on all aspects of drought tolerance began only recently, involving Brazil, Côte-d'Ivoire, Benin, Portugal and France.

Coconut intercropping is currently receiving great attention. Due to its high population density, Asia is closely concerned with making the best possible use of the environment. Large-scale research programmes, involving IRHO, have been set up in Indonesia and the Philippines. The problems encountered are not merely agronomic (markets, commercialization, labour), but a lot remains to be done in this field: coconut planting designs, crops chosen according to age, fertilization and soil developments (the « sustainability » of cropping systems). Results indicate that coconut is particularly suitable for intercropping: at low densities (100 trees/ha), production per hectare is not significantly affected, and enough light filters through the canopy for the intercrops to produce worthwhile yields. In Côte-d'Ivoire, on Tall  $\times$  Tall hybrids (WAT  $\times$  RLT), no significant difference is seen in production per hectare within a range of 115 to 180 trees per hectare, and at a density of 115 trees/ha — which corresponds to a design in 10 m triangles — it is entirely possible for intercrops to produce good yields. Programmes in Asia and Côte-d'Ivoire (on a much smaller scale) are concentrating on intercropping cassava, maize, banana, pineapple, groundnut, cocoa and coffee.

## II.3. — Crop protection

Biological control is one of the lines of research which has been studied in most detail for pest and disease control. The solutions proposed often have the advantage of being accessible to smallholders. *Oryctes* control using fungi (*Metarrhizium*) or viruses (*Baculovirus oryctes*) is a long established practice. Much work is under way into using parasite viruses of leaf-eating caterpillars (including *Limacodidae*), entomopathogenic fungi and those which are parasites of other fungi (*Septofusidium* e., for example, a parasite of a serious leaf fungus in Brazil, *Catacauma* t.).

The search for pathogens and possible vectors is obviously being kept up for the major diseases, such as cadang-cadang, root wilt, various types of lethal yellowing, etc.

Much work is also under way to obtain resistant or tolerant varieties; interesting results have already been obtained in Jamaica and Vanuatu, for example, but it seems essential to diversify genetic resistance sources, as shown by the Malayan Dwarf's susceptibility

to lethal yellowing in Jamaica. Work conducted on *Phytophthora* in Côte-d'Ivoire and on lethal yellowing in Ghana should lead to tolerant hybrids and varieties being obtained.

## II.4. — Product processing

The coconut is known as « the tree of a hundred uses ». It certainly plays an important role in the life of the smallholder in Asia and the Pacific, who uses it to build and decorate his house as well as to make utensils and as firewood. Its most important role, however, is in helping to meet the family's oil and fat requirements and providing it with a regular income.

Nut husking, albumen extraction and drying methods have changed little over the past century: they have generally remained rudimentary, are labour intensive and, in certain cases, produce low quality products (aflatoxin-contaminated copra, for example).

Research on coconut product processing has been stepped up over the past few years. Mechanical husking should be introduced soon and will spread steadily. Two aspects of nut processing seem to be expanding at the moment:

- attempts to obtain conventional but very high quality coconut oil, which would not need refining and would produce aflatoxin-free cattle cakes. This would call for changes in drying conditions and almost immediate oil extraction;

- processes for producing pure oil and products for human consumption: desiccated coconut, milk, cream, flakes, etc. This is obviously of greater interest, but in order for it to develop on a large scale, it will be necessary to find new markets in both producer and developed countries.

The coconut growing economy in Africa could be completely transformed within the next few years, provided that the research under way achieves its aims and potential markets develop.

## CONCLUSION

Long considered a lazy man's crop, producing little but not necessitating any effort, it has been shown through research that coconut is in fact capable of:

- giving high yields: 3 to 3.5 tonnes of coconut oil per hectare under favourable ecological conditions;
- making the most of relatively dry areas and poor soils, where it is the basic crop in long-term farming systems;
- very successful intercropping with other annual or perennial crops.

Coconut is particularly well suited to the smallholder structure: 96 % of world copra production comes from smallholdings. For these growers, coconut is a cash crop providing a regular and potentially significant income and suitable for intercropping at a young age and multiple cropping when adult. It provides permanent and optimum employment of family labour, and its flexibility means that it is easy to combine coconut growing with other activities. Coconut could not merely play a part in meeting oil needs in Africa, which at present is far from self-sufficient, but also — if post-harvest technology fulfils its promise and potential markets develop — become a valuable source of export incomes.

It is essential that research be stepped up, if coconut growing is to be made more accessible to smallholders and coconut is to become more competitive in the economic context on the verge of the 21st century. Such expansion will only be possible if international and regional cooperation is established. On the initiative of EEC countries, a Bureau for the Development of Research on Tropical Perennial Oil Crops (BUROTROP) has been set up and should contribute to this.